

INOVAÇÃO, ABDUÇÃO E PROBLEMA

(Peirce e a problemática da descoberta)

Manuel Carrilho

1. Um debate que atravessa a filosofia das ciências desde, pelo menos, a década de trinta, é o de saber se é possível uma lógica da descoberta ou se, distinguindo entre esta e uma lógica da justificação ou da prova, se não deve antes abandonar o contexto de descoberta à investigação histórica, sociológica ou psicológica. Procurando sintetizar as principais propostas deste debate, Martin Curd (Curd, 1980, pp. 201-219) propôs que se distingam três perspectivas, a hipotético-dedutiva, representada por Popper e Hempel, a indutivista-probabilística, em que se salientam Salmon e Reichenbach, e uma terceira, a abductiva, proposta por Peirce e retomada por Hanson em *Patterns of Discovery*. Das três, esta última caracteriza-se por ser a única que aposta na possibilidade de uma lógica da descoberta, ou seja, na caracterização lógica do próprio processo inventivo. O nosso objetivo é analisar, na obra do seu principal teorizador, Charles S. Peirce, esta terceira via, confrontando-a com algumas outras contribuições da epistemologia contemporânea (nomeadamente de Karl Popper), procurando deste modo apurar algumas das dificuldades que povoam esta problemática.

Deixaremos, pois, de lado o processo inventivo na sua incontornável complexidade (complexidade que é, como F. Gil mostrou, uma das chaves da sua inteligibilidade, cf. Gil, 1979), assim como o modo como o novo e o velho se posicionam e definem em certos contextos precisos, como, por exemplo, no da transmissão dos conhecimentos e da ciência (1), e ainda as múltiplas estratégias (cognitivas, educacionais, institucionais, entre outras) que em nome da invenção se podem esboçar. Ocupar-nos-emos antes e apenas com o *novo explicativo*, conceptualmente pregnante, isto é, que conduz à formulação de idéias

(1) — Sobre alguns aspectos desta temática pode ver-se o nosso estudo “Eclectisme, innovation et vieillissement”, in *Nouveauté, Innovation et Développement*, Fundação Calouste Gulbenkian (no prelo).



ção no processo científico, reformula-a (3). A abdução, a indução e a dedução são os três tipos de inferências consideradas por Peirce, inferências cuja estreita articulação é fundamental, nomeadamente a das duas primeiras, que Ayer bem caracterizou numa frase de inspiração kantiana: “a indução sem abdução é cega, a abdução sem indução é vazia” (Ayer, 1968, p. 89). No que se refere à caracterização destas três inferências na obra de Peirce, consideram-se geralmente dois períodos, 1859-1890 e 1891-1914; das várias nuances e distinções entre estes dois períodos (cf. Burks, 1946, pp. 301-2; Fann, 1970, pp. 11-13 e 28-31), reteremos a que mais nos interessa aqui, que é a de se passar de uma concepção em que a abdução, a indução e a dedução são concebidas simplesmente como três formas independentes de raciocínios (em que, por exemplo, a abdução seria uma inferência dos dados para a hipótese, dos efeitos para a causa (cf. CP. 2.636), e a indução uma inferência de um certo número de casos para a generalidade), para uma nova concepção, global e articulada, destes três tipos de inferência como três estágios da investigação.

Nesta perspectiva, à abdução como processo de adoção de uma hipótese segue-se de imediato a dedução: “A primeira coisa que se deve fazer mal se adote uma hipótese será traçar as suas necessárias e prováveis conseqüências experimentais. Este passo é a dedução” (CP, 7.203); e a seguir é preciso testar a hipótese e os seus desenvolvimentos dedutivos, o que se fará através da indução. O processo toma assim, nas palavras de Peirce, a seguinte forma: “Tendo a abdução sugerido uma teoria, empregamos a dedução para deduzir desta teoria ideal uma grande variedade de conseqüências (. . .). Se as previsões da teoria se verificam, teremos boas razões para confiar que as que falta fazer confirmarão a teoria. Afirmo que estes são os únicos três modos elementares de raciocínio que existem” (CP, 8.210). Peirce procura assim definir, com base nestas três inferências, todo o percurso da investigação científica e, na caracterização deste percurso, a introdução da inferência abductiva permite-lhe não só pensar o acesso ao próprio nível da descoberta, mas, ao mesmo tempo, fazê-lo de um modo lógico.

3. São dois, pois, os traços da abdução que procuramos salientar e que iremos agora analisar: o seu caráter lógico, por um lado, e inovador, por outro. Antes de nos ocuparmos da forma lógica da abdução, insistamos neste último aspecto: a abdução é, para Peirce, o processo pelo qual se inova, o único que possibilita a inovação: “Uma abdução é originária porque é o único tipo de raciocínio que inicia

(3) — Reformulação que leva à consideração de três tipos de indução: rudimentar, quantitativa e qualitativa (cf. CP, 7.207 e 7.214).

uma idéia nova” (CP, 2.96). Por isso é preciso distinguir bem abdução e indução, de algum modo assimiladas, se não confundidas, na analogia. Peirce não nega os variados poderes inovadores da analogia, mas afirma que esta se reduz a dois tipos de inferência que a compreensão da inovação exige que se distingam claramente, a abdução e a indução: “Na abdução a consideração dos fatos sugere uma hipótese. Na indução o estudo da hipótese sugere as experiências que trarão à luz os fatos exatos para que a hipótese apontou. O modo de sugestão pelo qual, na abdução, os fatos sugerem a hipótese, é a *semelhança* — a semelhança dos fatos com as conseqüências da hipótese. O modo de sugestão pelo qual, na indução, a hipótese sugere os fatos é a *contigüidade* — o conhecimento familiar que as condições da hipótese podem ser realizadas por certas vias experimentais” (CP, 7.218). A abdução é assim, como um texto já atrás citados (5.172) afirma, *a única operação que introduz qualquer idéia nova*, operação que absorve o traço fundamental da analogia, isto é, a relação de semelhança (4).

Sem entrar nos pormenores da questão, observe-se que o estatuto da analogia é um tópico fundamental no confronto entre as várias perspectivas de compreensão da inovação científica: foi em grande parte em torno desta questão que Mary Hesse montou a controvérsia entre P. Duhem e D. T. Campbell, com que abre o seu livro *Models and Analogies in Science*. Resumidamente, poderemos dizer que, segundo M. Hesse, a posição duhemiana se caracteriza por considerar a analogia apenas no âmbito de um estudo psicológico, que em ciência ela apenas interessa como ajuda transitória na construção das teorias, que em caso algum pode fazer parte da estrutura lógica da teoria, que o valor das teorias é o da sua formalização e que estabelecer analogias entre fenômenos não é dar as razões deles; pelo contrário, a posição campbelliana considera que a analogia (distinguindo entre analogias negativas, positivas e neutras) é fundamental não só na construção de modelos inteligíveis da realidade, mas também para compreender a dinâmica das próprias teorias, que a plausibilidade das analogias não é menos importante que a formalização, que estabelecer analogias pode ser um modo de dar razão dos fenômenos. Além de tudo isto, e ainda do ponto de vista campbelliano, a recusa total da analogia corta a possibilidade de compreender não só como, numa determinada situação, e sem recurso a qualquer forma de analogia,

(4) — E certamente que os problemas ligados à descoberta e à inovação têm muito a ver com o estatuto da semelhança e da contigüidade no pensamento moderno. Como recentemente assinalava R. Thom, na ciência moderna só se valoriza a contigüidade, considerando-se sempre que a semelhança e a similaridade têm paredes-meias com a magia (cf. Thom, 1980).

se faz a escolha de uma entre várias hipóteses possíveis, mas também a sua invenção. A posição de Mary Hesse desenvolve-se precisamente a partir da concepção campbelliana, procurando estabelecer as condições de asserção de uma analogia, o tipo de argumentos que usam os modelos e as analogias, e diferenciar estes últimos dos argumentos indutivos, procurando definir uma lógica da analogia.

O problema da lógica da analogia é, para Mary Hesse, fundamentalmente um problema já de escolha de hipóteses, e é no sentido da sua justificação que ele é estudado, tomando como perspectivas a força do suporte indutivo, a probabilidade, a falsificabilidade e a simplicidade, aspectos que, não sendo alheios à filosofia de Peirce — muito pelo contrário — nos afastariam, contudo, do nosso tema, que é mais limitado e de certo modo prévio: a formação das hipóteses, pois é a ele que a teoria da abdução procura dar resposta.

O problema de Peirce é o de explicar a inovação. É pois no seu âmbito que se deve compreender o papel da abdução, concebida como uma inferência que nos leva a pensar o que ainda não tinha sido pensado, pois é isso que, antes de mais, é exatamente uma hipótese. Mas quais são as características lógicas da inferência abductiva?

Na linha do que Aristóteles afirma quando diz que com a abdução “se consegue aproximar da ciência” (*Primeiros Analíticos*, 69 a 20-25), Peirce define a abdução como um “raciocínio que apresenta nas suas premissas fatos que apresentam uma similaridade com o fato afirmado na conclusão, mas que poderiam perfeitamente ser verdadeiros sem o último o ser, e muito mais sem que fosse reconhecido como tal; desse modo, não se é conduzido a afirmar a conclusão positivamente, mas apenas inclinado a admiti-la, como representando um fato de que os fatos das premissas constituem um ícon” (CP, 2.96). Na abdução há pois uma *inclinação*, mas ela não se pode reduzir a uma dimensão psicológica, pois o que se visa é propor uma hipótese, uma “teoria problemática” (CP. 2.776), que se encontra na conclusão da inferência abductiva, que tem a seguinte forma:

“O fato surpreendente C, é observado;
Mas se A fosse verdadeiro, C seria natural;
Logo, há razões para conjecturar que A é verdadeiro.”

(CP, 5.189)

Esta inferência só se pode justificar por si mesma, nada a pode justificar do exterior. Ou seja, o seu poder explicativo é a sua única justificação (cf. CP, 1.89), idéia que é reforçada pela tese peirceana segundo a qual não há nenhum critério que permita considerar um qualquer fenómeno como definitivamente inexplicável (cf. CP, 1.139).

Temos, assim, que a abdução é uma inferência lógica com características precisas, que ela representa o primeiro estágio da investigação científica, e que apenas ela permite, devido aos seus poderes de conjecturar acertadamente, a inovação e o crescimento dos conhecimentos e da ciência.

4. A abdução permite, portanto, estabelecer uma relação muito mais estreita entre as problemáticas da descoberta e da prova; e ela torna também compreensível o enorme sucesso da ciência, assim como a economia de hipóteses que se encontra na história da atividade científica. Mas esta noção não deixa de levantar, por sua vez, dificuldades, nomeadamente: qual o tipo de necessidade que envolve a abdução? em que atributos ou poderes do conhecimento humano ela se apoia?

À primeira responderá Peirce que ela consiste, sobretudo, numa questão de *economia da investigação*, ou seja, à pergunta “não se pode examinar livremente todas as teorias que se quiser? a resposta é que se trata de uma questão de economia. Se se examinarem todas as teorias extravagantes que é possível examinar (. .) nunca se encontrará a verdadeira” (CP, 2.776). E Peirce concluiu, com o que é já de certo modo uma antecipação da resposta à segunda questão: “Na verdade, mesmo com os processos mais racionais, nunca o conseguiria se não houvesse uma afinidade entre as suas idéias e os caminhos da natureza” (*ibid.*). Peirce considera — esta é uma das suas idéias fundamentais que pouco mais podemos que aflorar aqui (cf. Davis, 1972, pp. 22-49 e 116-134, onde se exploram algumas das suas potencialidades não só na ciência como também, por exemplo, no domínio das artes) — que o homem tem uma disposição constitutiva e natural para formular hipóteses acertadas, e que tal disposição é a única explicação para o desenvolvimento desse conhecimento tão improvável que é o conhecimento científico: a ela se referia, diz Peirce, Galileu, quando invocava os poderes do *lume naturale* (5). Na base da atividade científica há assim uma “abdução fundamental e primária, uma hipótese que temos de adotar no começo, mesmo que possa ser des-

(5) — Veja-se o que afirma, neste sentido, Einstein: “A tarefa suprema do físico é chegar às leis elementares universais a partir das quais o cosmos pode ser construído por pura dedução. Não há caminho lógico que conduza a estas leis; só a intuição, que se baseia numa *compreensão simpática da experiência*, pode atingi-los. Nesta incerteza metodológica, poder-se-ia supor que há um número qualquer de sistemas de física teórica possível, todos igualmente justificados (. .). Mas a evolução da física mostrou que num dado momento, entre todas as construções possíveis, *há sempre uma que se revelou nitidamente superior a todas as outras*”, in *Ideas and Opinions*, New York, Souvenir Press, 1973, p. 226, sublinhados nossos.

tituída de evidência. Essa hipótese é que os fatos que nos interessam são racionalizáveis, e racionalizáveis por nós” (CP, 7.219).

A abdução — entendida quer como inferência, quer como primeiro estágio da investigação — remete para uma abdução primeira, que é, por sua vez, condicionante de toda a atividade científica: é difícil negar a circularidade (a que adiante voltaremos) da argumentação.

E Peirce não hesita em comparar, no quadro de um evolucionismo claramente adotado, esta atividade de conjecturação com um instinto, comparação que se baseia em três aspectos: no fato de ultrapassar os nossos poderes racionais, no de dirigir a investigação como se estivéssemos na posse de dados que de fato estão fora do nosso alcance e, finalmente, na sua capacidade para escapar ao erro (CP, 5.173). A clara inspiração evolucionista desta tese pode ver-se no modo como são comparados os instintos que conduzem o homem à alimentação, à reprodução e à abdução. Vale a pena dar, demoradamente, a palavra a Peirce: “Como é que o homem obtém sempre teorias corretas sobre a natureza? Sabemos por indução que o homem tem teorias corretas, porque produzem previsões que se verificam. Mas por que processo de pensamento lhe vêm ao espírito? Um químico observa um fenômeno surpreendente. Se tiver uma grande admiração pela *lógica* de Mill, como muitos químicos têm, lembrar-se-á que Mill afirma que ele precisa de trabalhar segundo o princípio que estabelece que, exatamente nas mesmas circunstâncias, os mesmos fenômenos se produzem. Porque é que ele então não anota que este fenômeno se produziu num certo dia da semana, em que os planetas apresentavam uma certa configuração, a sua filha tinha um vestido azul, ele tinha sonhado com um cavalo branco na noite anterior, que o homem do leite tinha passado atrasado nesse dia, e assim sucessivamente? (. . .) Como é que o homem é sempre levado à teoria verdadeira? Não se pode dizer que é por acaso, porque as teorias possíveis, se não são estritamente inumeráveis, de qualquer modo excedem o trilhão. (. . .) Além disso, não se pode pensar seriamente que todo o pinto que sai do ovo tem que investigar todas as teorias possíveis até ter a boa idéia de picar qualquer coisa e comê-la. Pelo contrário, pensa-se que o pinto tem a idéia de o fazer, isto é, que pode pensá-lo, embora não tenha capacidade para pensar mais nada. Diz-se que o pinto debica por instinto. Mas se se pensa todos os pobres pintos dotados de uma tendência inata para uma verdade positiva, porque é que se há-de pensar que só ao homem tal dom foi negado? Se se considerassem cuidadosamente, com um espírito sem preconceitos, todas as circunstâncias da história da ciência desde o seu começo e todos os outros fatores ligados à questão, que são demasiado variados

para se lhes aludir aqui, estou certo que se reconhecerá que o espírito do homem tem uma adaptação especial para imaginar teorias corretas de certos tipos, em particular teorias corretas sobre forças (. .). Em resumo, os instintos que conduzem à assimilação da comida, e os instintos que conduzem à reprodução, desenvolvem certamente desde o princípio certas tendências para pensar de um modo verdadeiro sobre o físico, por um lado, e sobre o psíquico, por outro. É de algum modo mais do que uma figura de retórica dizer que a natureza fecunda o espírito do homem com idéias que, quando se desenvolvem, se assemelham ao seu progenitor, a Natureza” (CP, 5591).

A afinidade espírito/natureza deve, como se vê, ser, sobretudo, entendida no sentido em que torna possível formular a hipótese correta a partir de um pequeno número de conjeturas. E é no âmbito desta afinidade que se devem compreender as duas principais exigências que recaem sobre a abdução: a plausibilidade e a simplicidade. A *plausibilidade* refere-se ao “grau em que uma teoria se recomenda a si mesma à nossa crença, independentemente de qualquer tipo de evidência que não seja o nosso instinto que nos impele a olhá-la favoravelmente” (CP, 8.223). Ela é, na atividade abdutiva do homem, a outra face do que Rescher designou pelo *tropismo da verdade* que, na filosofia peirceana, orienta todo o conhecimento humano. Mas este tropismo não dispensa — pelo contrário, exige-a, — a consideração da *simplicidade*, pois as hipóteses devem ser simples, ou seja, expostas à refutabilidade (cf. CP, 1.120) e compostas de poucos elementos (cf. CP, 4.35), nem subalterniza a observância de três considerações gerais mas determinantes na escolha das hipóteses: elas têm que poder ser submetidas a testes, têm que explicar os fenômenos surpreendentes e têm que ser econômicas (cf. CP, 7.220).

5. Do fato de a abdução ser o processo pelo qual se sugerem certas hipóteses para explicar fenômenos surpreendentes não se pode extrair que Peirce alimente uma concepção globalmente abdutiva da atividade científica (é nesse sentido que aponta, a nosso ver erradamente, W Davis, cf. Davis, 1972, p. 27 e ss.). Como vimos, a abdução é apenas o primeiro dos três estágios fundamentais da investigação, que se conclui pela submissão a testes das conseqüências que, por dedução, se extraíram da hipótese a que se chegou por abdução. O que a abdução faz é sugerir inclinando, orientando a seleção das hipóteses: é neste ponto que pensamos que o confronto entre certas teses de Peirce e K. Popper — para quem a escolha das hipóteses se liga a um mais ou menos cego método de tentativas e erros — poder ser interessante. E embora se insista freqüentemente sobretudo nas suas proximidades teóricas (o falibilismo, o evolucionismo, cf. Freeman e Skolimowsky, 1974, pp. 508-515, Haack, 1977, pp. 63-84) e mesmo

por vezes de formulação, é um aspecto controverso que nos vai interessar aqui.

É conhecida a tese popperiana de que a ciência cresce e se desenvolve utilizando o método das tentativas e erros (cf., por exemplo, Popper, 1972, p. 70) e ss.), através de hipóteses, de conjeturas, cujo número em princípio nada limita. Se a estes dois aspectos juntarmos um terceiro, segundo o qual o homem não é dotado de nenhuma capacidade indutiva para distinguir as boas das más hipóteses, a perspectiva popperiana bloqueia, como assinala Rescher, “qualquer possibilidade de entendimento do sucesso do esforço cognitivo do homem” (Rescher, 1978, p. 53), bloqueio que o próprio Popper reconhece e assume: “nenhuma teoria do conhecimento deve procurar explicar por que é que a nossa tentativa para explicar as coisas tem sucesso” (Popper, 1972, p. 23). Ora, ao contrário do que Popper parece afirmar, a invocação de uma perspectiva evolucionista-darwinista (e portanto, no que aqui nos interessa, a substituição dos problemas de origem pelos de crescimento e desenvolvimento) não parece bastar para anular esta dificuldade; nem se vê por que é que uma filosofia que faz da ousadia das hipóteses a base da atividade científica se deve interditar qualquer conjetura sobre as razões do sucesso do conhecimento humano. E talvez, como procuraremos mostrar (deixando intencionalmente de lado as suas teses sobre a impossibilidade de uma lógica da descoberta), a própria epistemologia popperiana contenha elementos que permitam reformular a questão.

É uma repetida idéia de K. Popper que o desenvolvimento da ciência se faz através de problemas: “a ciência deve ser vista como *progredindo de problemas para problemas* — para problemas sempre mais profundos (. . .) a ciência só começa com problemas. Os problemas surgem especialmente quando as nossas expectativas nos desapontam, ou quando as nossas teorias nos conduzem a dificuldades, a contradições.” (Popper, 1963, p. 222). Pensamos que Popper não deu nunca particular atenção a esta noção de problema (6), apesar de ela ocupar um lugar de relevo na sua epistemologia, sendo o seu papel fulcral em, pelo menos, três das suas teses fundamentais: na demarca-

(6) — Note-se que T. Kuhn viu bem a importância desta noção no pensamento de Popper. Com efeito, no famoso debate, de 1965, em torno das filosofias da ciência de Kuhn e Popper, Kuhn observou que “é importante notar que, quando descrevo o cientista como um solucionador de enigmas e Sir Karl o descreve como um solucionador de problemas (. . .) a similaridade dos termos oculta uma divergência fundamental” (in *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, University Press, 1970, p. 5). Poder-se-ia dizer, não uma mas *a* divergência fundamental: e que a partir dela se poderá compreender o essencial da polémica entre Kuhn e Popper.



dade (cf. Popper, 1972, pp. 115-116), sendo, por isso mesmo, habitantes destacados do “Terceiro Mundo” do mundo objetivo segundo Popper.

É por esta consideração da objetividade dos problemas que retomaremos a problemática peirceana: o que pretendemos afirmar é que a noção de *problema* — deste modo retida dos trabalhos de Popper (7) — pode permitir uma articulação fecunda (desde que não vise qualquer tipo de síntese redutora das suas diferenças: pense-se por exemplo nas respectivas teorias sobre a indução) entre as perspectivas popperiana e peirceana atrás referidas: por um lado limitando o campo, e o caráter cego, do método das tentativas e erros, pela consideração de determinações mínimas de objetividade constitutivas dos problemas e dentro das quais ele se exerce; por outro diminuindo a dependência, ou antes, garantindo uma maior autonomia à noção de abdução face à teoria da afinidade espírito/natureza. A *eficácia* da abdução será assim compreendida em relação, por um lado, com a exigência de objetividade (a objetividade, diz F. Gil num texto de forte inspiração peirceana, é “algo a que se chega pela pesquisa — e nunca uma aquisição definitiva”, *in* Gil, 1979, p. 20), e, por outro, com a própria posição dos problemas, como ressalta das análises que Peirce faz das descobertas de Kepler, onde mostra como a abdução é simultânea com a reformulação de problemas (cf., por exemplo, CP, 1.72, 1.73, 1.74, 2.97). E deste modo se limitaria ainda a circularidade que necessariamente implica a explicação da abdução por aquela afinidade, a que, por sua vez, se chegou abduktivamente. Valorizando a noção de problema enquanto dotada de um mínimo de determinações objetivas, nem o método das tentativas e erros se exerce sobre um campo infinito de conjeturas (o caráter necessariamente seletivo deste método já foi bem realçado por Simon, cf. Simon, 1970, pp. 95-98, em que a seletividade é definida em termos de informação e de experiência anterior), o que tornaria dificilmente explicável o sucesso do conhecimento humano, nem a inferência abduativa fica exclusivamente dependente de um *insight* básico, primordial, que não encontra justificação fora do âmbito da própria abdução. A *problematização* torna-se assim, na articulação destas duas perspectivas, um modo de caracterizar e compreender a atividade científica, desde a sugestão e formulação das hipóteses até à sua adoção ou rejeição, ou seja, na complexidade das suas diversas fases e procedimentos.

Departamento de Filosofia, Universidade Nova de Lisboa.

(7) — Mas também de F. Gil, 1982, este mesmo volume, onde de resto a noção de problema é tratada de um modo muito mais rico, atravessando vários domínios cognitivos que não são o científico.

BIBLIOGRAFIA

- AYER, A. J. *The Origins of Pragmatism*, London-Toronto, Macmillan, 1968.
- BURKS, A. W. "Peirce's Theory of Abduction", in *Philosophy of Science*, n.º 13, 1946, pp. 301-306; *The Logic of Discovery: an analysis of three approaches*, in Nickles, Thomas, *Scientific Discovery, Logic and Rationality*, Boston-London, Reidel, 1980.
- DAVIS, W. H. *Peirce's Epistemology*, The Hague, Martinus Nijhoff, 1972.
- FANN, K. T. *Peirce's Theory of Abduction*, The Hague, Martinus Nijhoff, 1970.
- FREEMAN, E., e SKOLIMOWSK, K. "The Search of Objectivity in Peirce and Popper", in Schilpp, P. A., *The Philosophy of Karl Popper*, La Salle, Open Court, 1974.
- GIL, F. "A invenção, o acaso e os signos", in *Filosofia e Epistemologia*, II, Lisboa, A Regra do Jogo, 1979.
"Problemãs e Problemáticas", in *Filosofia e Epistemologia*, IV, 1982, reproduzido acima.
- HAACK, S. "Two Fallibilists in Search of The Truth", in *Aristotelian Society*, Supplementary vol. 55, 1977, pp. 63-84.
- HESSE, M. *Models and Analogies in Science*, London, Sheed and Ward, 1963.
- PEIRCE, C. S. *Collected Papers*, Cambridge (Mass.), 8 vols., Harvard University Press, 1931-1958.
- POPPER, K. *Conjectures and Refutations*, London, Henley, Routledge and Kegan Paul, 1963; *Objective Knowledge*, Oxford, Clarendon Press, 1972; *Unendend Quest*, Glasgow, Fontana Collins, 1976 (anteriormente publicado in Schilpp, P. A., *The Philosophy of Karl Popper*, pp. 2-181).
- RESCHER, N. *Peirce's Philosophy of Science*, Notre Dame-London, University of Notre Dame, 1978.
- SIMON, H. A. *The Sciences of The Artificial*, Cambridge (Mass.), London, The MIT Press, 1970.
- THOM, R. "Connaissance et Métaphore", in *Institut*, n.º 10, 1980.